

Pemodelan Sistem BRT Koridor II Semarang sebagai Solusi Permasalahan Transportasi

Nabiel Putra Adam¹⁾, Ary Arvianto²⁾, Wiwik Budiawan³⁾

Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang 50239
Email : nabielputraa@gmail.com¹⁾; aryarvianto@yahoo.com²⁾; wiwikbudiawan@gmail.com³⁾

Abstrak

Kota Semarang sebagai salah satu pusat bisnis dan ekonomi di wilayah Jawa Tengah menyebabkan naiknya arus urbanisasi ke kota Semarang. Hal ini yang mendasari terjadinya peningkatan kebutuhan akan sarana dan prasarana transportasi terutama moda transportasi umum. Namun, kondisi pengelolaan transportasi umum terutama armada bus dan juga angkutan kota (angkot) yang kurang baik menyebabkan masyarakat cenderung menggunakan moda transportasi pribadi (Agatha, Nurcahyanto, & Musawa, 2011). Pengadaan armada BRT merupakan salah satu solusi yang diterima dengan baik oleh pengguna transportasi umum, hal tersebut diketahui dari peningkatan permintaan yang signifikan yakni pada tahun 2012 adalah sebesar 136.848 sedangkan pada tahun 2014 menjadi 659.444. Seiring dengan bertambahnya permintaan, muncul permasalahan baru yakni terjadi penumpukkan antrian pada beberapa halte yang beroperasi di trayek BRT terutama pada Koridor II. Oleh karena itu, dilakukan pemodelan sistem transportasi BRT berdasarkan proses – proses yang terjadi dalam kondisi nyata. Dengan menggunakan software ProModel 6.0 dihasilkan model simulasi sistem transportasi BRT yang telah terverifikasi dan mampu menggambarkan kondisi nyata dari proses operasional armada BRT. Adapun solusi yang ditawarkan adalah dengan memanipulasi frekuensi antar kedatangan armada BRT sehingga dihasilkan panjang antrian penumpang yang lebih rendah.

Kata kunci: Frekuensi Kedatangan, Panjang Antrian, Pemodelan dan Simulasi

Abstract

Semarang city as one of the business and economic center in the region of Central Java, causes the increasing of urbanization rate on Semarang city. and made the need of facilities and infrastructure increase too, especially for public transportation. However, the deficient condition of public transport management especially for buses and city transport causes people tend to use private transportation modes (Agatha, Nurcahyanto, & Musawa, 2011). The existence of Bus Rapid Transit (BRT) became well accepted solution by the public transportation users, and could be seen from the significant increase of BRT demand. For example, in the year of 2012 the demand was 136.848 whereas in 2014 the demand increased to 659.444. Along with that, the new problem emerged in the queue of BRT passengers on Corridor II. Therefore, this research will apply system modelling of transportation system based on the processes of the real condition. The modelling process with the use of ProModel 6.0 simulation software develop a verified model of transportation system simulation and could perform the real condition of BRT operational processes. And the result from this research is how to achieve the lower result of passenger queues by manipulating the arrival cycle of Bus Rapid Transit. Keywords: Arrival Cycle, Queues, System Modelling and Simulation

PENDAHULUAN

Sebagai Ibukota Provinsi Jawa Tengah, Semarang berkembang sebagai pusat bisnis dan ekonomi di wilayah Jawa Tengah. Situasi ini mendorong minat masyarakat dari daerah sekitar untuk beraktivitas di Kota Semarang, hal tersebut mengakibatkan peningkatan jumlah penduduk dan juga naiknya arus urbanisasi ke Kota Semarang. Kondisi ini menyebabkan naiknya kebutuhan akan sarana transportasi, terutama transportasi umum. Namun, pengelolaan angkutan umum yang kurang baik menyebabkan masyarakat cenderung menggunakan kendaraan pribadi sehingga menyebabkan munculnya berbagai permasalahan lainnya.

Pengadaan Bus Rapid Transit (BRT) merupakan salah satu jawaban akan kehausan masyarakat terhadap kebutuhan angkutan massal yang nyaman. Sekaligus upaya dalam mengurangi kemacetan dan usaha memperbaiki kualitas lingkungan (Kusumaningtyas, 2013). Adanya BRT di Kota Semarang, terutama pada trayek perjalanan Koridor II mendapatkan *feedback* positif dari pengguna angkutan umum, hal ini dibuktikan dari jumlah penumpang BRT Koridor II yang mengalami peningkatan dari tahun 2012 hingga tahun 2013 yakni pada tahun 2012 jumlah permintaan yang terjadi adalah sebesar 136.848 penumpang sedangkan pada tahun 2013 meningkat menjadi 248.134 penumpang (Trans Semarang, 2012).

Adapun hasil observasi awal yang telah dilakukan, diketahui beberapa halte terdapat penumpang yang mengantri lebih lama dikarenakan armada bus sudah penuh, sehingga penumpang harus menunggu armada selanjutnya kejadian tersebut seringkali terjadi pada pagi dan sore hari (*peak hour*). Hal ini menjadi indikasi bahwa mulai terjadi ketidakseimbangan antara permintaan dengan armada BRT yang beroperasi. Guna mendapatkan keseimbangan antara jumlah penumpang terhadap armada BRT yang beroperasi, salah satu jalan yang dapat

ditempuh adalah dengan cara melakukan evaluasi frekuensi antar kedatangan bus terhadap panjangnya antrian yang terjadi. Namun karena belum adanya sarana (*tools*) sejenis untuk melakukan perhitungan tersebut maka muncul gagasan untuk merancang suatu model transportasi yang sesuai dengan kondisi di lapangan.

METODOLOGI PENELITIAN

Berikut ini merupakan langkah – langkah dalam melakukan penelitian:

1. Identifikasi proses pada sistem nyata serta merancang model konseptual proses simulasi
2. Mengumpulkan serta menganalisa data
3. Merancang model simulasi dan verifikasi model dengan *software ProModel*
4. Menganalisa serta menjelaskan hasil simulasi

Identifikasi Proses pada Sistem

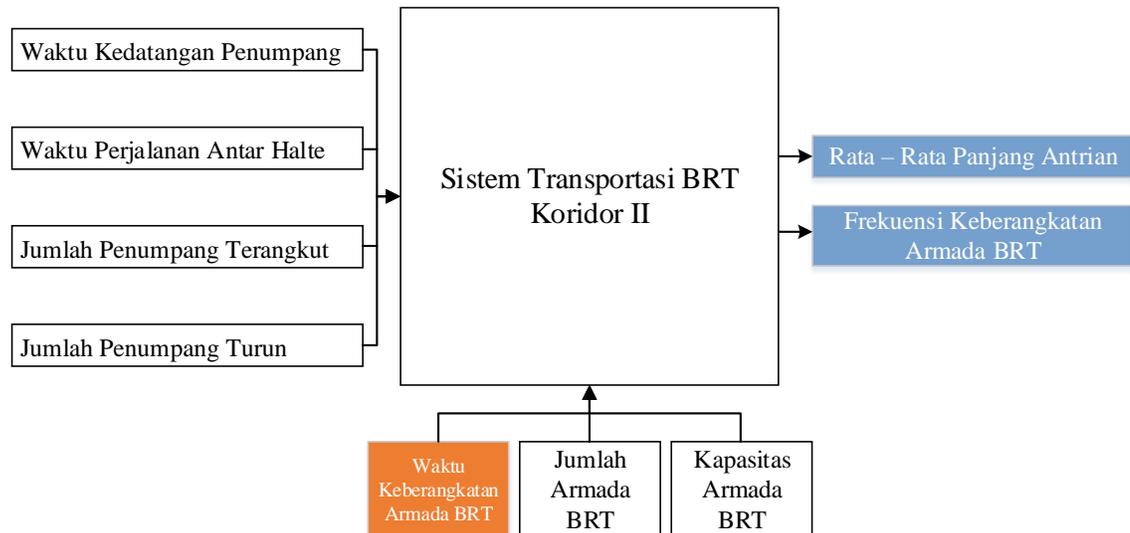
Pada tahap ini, dilakukan observasi mengenai proses yang ada pada sistem transportasi, dan memiliki keterkaitan dengan permasalahan yang ada, berikut ini proses – proses yang teridentifikasi.

1. Proses kedatangan penumpang
2. Proses keberangkatan armada BRT
3. Proses perjalanan armada BRT
4. Proses datangnya armada BRT
5. Proses terangkutnya penumpang
6. Proses menurunkan penumpang
7. Proses turunnya penumpang
8. Proses keluarnya armada BRT dari sistem
9. Proses keluarnya penumpang dari sistem

Berdasarkan keseluruhan proses tersebut, selanjutnya menentukan kejadian yang diharapkan, yakni berkurangnya jumlah penumpang yang mengantri pada halte

Adapun kesenjangan yang terjadi terhadap kondisi yang diharapkan adalah terjadi ketidakseimbangan antara frekuensi kedatangan penumpang pada *peak hour* dengan frekuensi kedatangan armada BRT.

Sedangkan mekanisme guna menutup kesenjangan tersebut adalah dengan cara



Gambar 1 Model Konseptual Sistem Transportasi BRT Koridor II

memanipulasi frekuensi kedatangan armada BRT dengan harapan menurunnya jumlah penumpang yang mengantri pada halte.

Berdasarkan kondisi tersebut, dirancang model konseptual yang dapat diketahui pada gambar 1.

Berdasarkan model konseptual tersebut diketahui variabel waktu keberangkatan armada BRT adalah sebagai variabel terkontrol sedangkan rata – rata panjang antrian dan frekuensi keberangkatan armada BRT merupakan variabel keputusan dari model yang dirancang.

Pengumpulan dan Analisa Data

Pada tahapan ini pengumpulan data dilakukan dengan observasi secara langsung meliputi data perjalanan penumpang dan data operasional BRT Koridor II. Adapun observasi dilakukan pada waktu sibuk pagi pukul 06.00 – 08.00 WIB, pada hari kerja dalam satu minggu.

Selanjutnya data dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak *EasyFit* guna mengetahui *distribution fitting* dari data yang telah diperoleh.

Hasil analisis data observasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Data	Distribution Fitting
Waktu antar kedatangan penumpang	Gamma, Weibull, Uniform, Normal, Triangular
Jumlah penumpang terangkut	Poisson
Jumlah penumpang turun	Poisson
Durasi perjalanan antar halte	Erlang, Uniform, Weibull, Normal, Pearson 5

Tabel 1 Distribution Fitting Data Observasi

Distribusi pada data waktu antar kedatangan penumpang dan durasi perjalanan antar halte memiliki hasil yang berbeda – beda pada setiap halte, karena setiap halte memiliki karakteristik waktu antar kedatangan masing – masing

Hasil analisa tersebut nantinya digunakan sebagai nilai masukan untuk model simulasi yang dirancang.

Merancang Model Simulasi

Dalam tahap ini, perancangan model simulasi dilakukan dengan menggunakan *software ProModel*, berikut ini merupakan fasilitas yang digunakan ketika merancang model.

1. Locations

Adapun *locations* yang dipakai dalam pemodelan ini adalah:

- *Locations* untuk menentukan titik kedatangan penumpang dengan nama [*penumpang_datang_(nama halte)*]
- *Locations* untuk menentukan titik antri penumpang dengan nama [*antri_(nama halte)*]
- *Locations* untuk menentukan titik turun penumpang dengan nama [*turun_(nama halte)*]
- *Locations* untuk menentukan titik turun sementara penumpang, nama dari *locations* ini adalah [*turun_sementara(nama halte)*]
- *Locations* untuk menentukan titik angkut penumpang, titik ini diberi nama [*naik_(nama halte)*]
- *Locations* yang menjadi penghubung antar halte, *locations* tersebut diberi nama [*(nama_halte)_ke_(nama_halte)*]

2. Entities

Berikut ini adalah entitas yang digunakan.

- Entitas Penumpang
Merupakan entitas yang digunakan untuk mendefinisikan penumpang yang menggunakan BRT dalam simulasi. Adapun entitas yang digunakan diberi nama [*penumpang*]
- Entitas BRT
Merupakan entitas yang digunakan untuk mendefinisikan armada BRT dalam simulasi. Adapun entitas yang digunakan diberi nama [*BRT*]

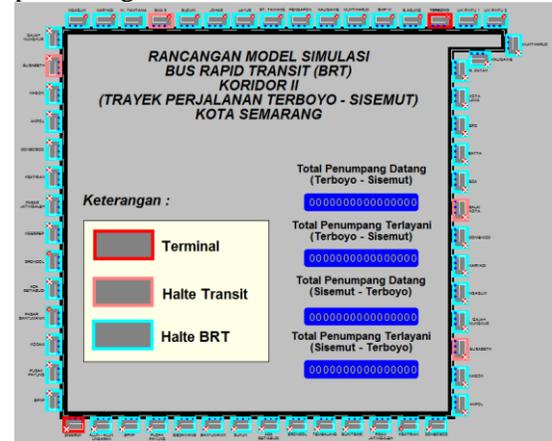
3. Arrivals

Arrivals digunakan untuk menentukan spesifikasi dari proses kedatangan entitas pada simulasi yang dirancang.

4. Variables

Variabel digunakan untuk membantu perhitungan dalam proses simulasi yang dijalankan

Dari beberapa fasilitas yang dipergunakan, berikut ini merupakan tampilan hasil perancangan model simulasi.



Gambar 2 Rancangan Model Simulasi BRT

Adapun gambaran proses simulasi yang dilakukan oleh model yang telah dirancang adalah sebagai berikut

- BRT muncul pada halte terminal terboyo lalu menuju ke *naik_terboyo*
- Penumpang datang pada halte terminal terboyo lalu menuju ke *penumpang_datang_terboyo*
- Penumpang dari lokasi *penumpang_datang_terboyo* lalu menuju lokasi *antri_terboyo*
- BRT pada lokasi *naik_terboyo* lalu mengangkut penumpang sesuai dengan distribusi statistik yang sudah ditentukan. Ketika proses ini berlangsung beberapa penumpang pada lokasi *antri_terboyo* akan menuju ke lokasi *naik_terboyo* sesuai dengan jumlah yang diminta oleh BRT
- Selanjutnya penumpang bergerak menuju *dalam_bis_(no_brt)*
- BRT menuju lokasi *terboyo_ke_sultan_agung*
- Sementara penumpang yang datang pada halte sultan agung menuju ke lokasi *penumpang_datang_sultan_agung* yang selanjutnya akan menuju ke lokasi *antri_sultan_agung*

- BRT dari lokasi sebelumnya lalu menuju ke *turun_sultan_agung*
- BRT pada lokasi *turun_sultan_agung* menurunkan beberapa penumpang sesuai dengan distribusi statistik yang telah ditentukan
- Penumpang yang turun pada lokasi *turun_sultan_agung* selanjutnya menuju lokasi *turun_sementara_sultan_agung*.
- Penumpang dari lokasi *turun_sementara_sultan_agung* selanjutnya menuju lokasi EXIT guna keluar dari sistem simulasi yang sedang berjalan.
- BRT setelah menurunkan penumpang selanjutnya menuju lokasi *naik_sultan_agung*
- Beberapa penumpang yang ada pada lokasi *antri_sultan_agung* selanjutnya menuju ke lokasi *naik_sultan_agung* untuk diangkut oleh armada BRT dengan jumlah yang sudah ditentukan oleh distribusi statistik.
- Selanjutnya armada BRT dari titik *naik_sultan_agung* menuju ke lokasi *sultan_agung_ke_SMP_IV*
- Dari lokasi sebelumnya armada BRT lalu menuju ke lokasi *turun_SMP_IV*
- Keseluruhan proses yang telah dijabarkan sebelumnya akan berlangsung sama, sampai pada halte pada Terminal Sisemut Ungaran (terminal akhir dari perjalanan pada koridor II)

Setelah tahap perancangan model simulasi dilakukan, selanjutnya adalah melakukan verifikasi model simulasi terhadap proses pada kondisi nyata. Tahap ini dilakukan dengan menggunakan fasilitas *Trace Model* dari *software ProModel*, adapun hasilnya adalah sebagai berikut.

Verifikasi Proses Kedatangan Penumpang

1 penumpang scheduled to arrive at

penumpang_datang_terboyo.

penumpang arrives at

penumpang_datang_terboyo.

For penumpang at penumpang_datang_terboyo:

penumpang enters penumpang_datang_terboyo.

Select route from route block #1; output quantity is 1.

For penumpang at penumpang_datang_terboyo:

antri_terboyo is selected for routing.

The main entity is routed out as penumpang.

Output is named as penumpang.

Start move to antri_terboyo.

penumpang arrives at antri_terboyo.

For penumpang at antri_terboyo:

penumpang enters antri_terboyo.

For penumpang at penumpang_datang_terboyo:

Process completed.

Release the captured capacity

Verifikasi Proses Kedatangan BRT

1 BRT scheduled to arrive at naik_terboyo.

BRT arrives at naik_terboyo.

Int: count = 1 (old value = 0)

Ent Attr: no_urut_brt = 1 (old value = 0)

For BRT at naik_terboyo:

BRT enters naik_terboyo

Verifikasi Proses Terangkutnya Penumpang

BRT enters naik_terboyo.

Int: var_naik_1 = 5 (old value = 0)

Send 1 penumpang to dalam_bis_1.

Int: kapasitas_BRT_1 = 5 (old value = 0)

Int: var_naik_1 = 0 (old value = 5)

Select route from route block #1; output quantity is 1.

Verifikasi Proses Turunnya Penumpang

BRT arrives at turun_mukhtiharjo.

For BRT at turun_muktiharjo:

BRT enters turun_muktiharjo.

Int: var_turun_1 = 2 (old value = 0)

Send 1 penumpang_1 to

turun_sementara_sultan_agung.

Send 1 penumpang_1 to

turun_sementara_sultan_agung.

Int: kapasitas_BRT_1 = 12 (old value = 14)

Int: var_turun_1 = 0 (old value = 2)

Select route from route block #1; output quantity is 1

Verifikasi Proses Perjalanan Armada BRT

For BRT at naik_terboyo:

terboyo_ke_sultan_agung is selected for routing.

The main entity is routed out as BRT.

Output is named as BRT.

Start move to terboyo_ke_sultan_agung.

Wait 2.992 Min

BRT arrives at terboyo_ke_sultan_agung.

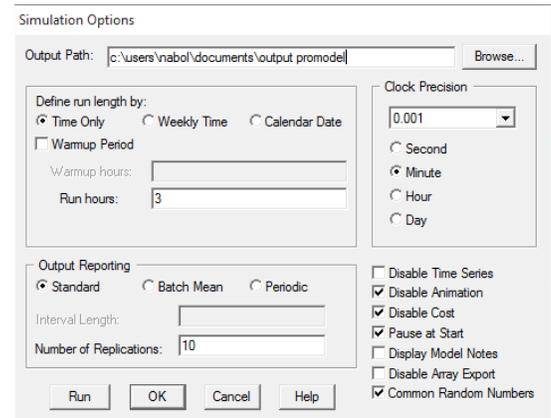
For BRT at terboyo_ke_sultan_agung:

BRT enters terboyo_ke_sultan_agung.

Berdasarkan penjabaran hasil *Trace Model* tersebut, dapat diketahui bahwa proses yang terjadi pada simulasi sudah merepresentasikan proses yang terjadi pada kondisi nyata.

Selanjutnya merupakan tahap simulasi guna mengetahui apakah metode pengurangan waktu antar kedatangan BRT dapat mempengaruhi nilai panjang antrian penumpang

Pada gambar 3 berikut merupakan tampilan pengaturan simulasi yang diterapkan. Simulasi akan berlangsung selama 3 jam, menyesuaikan dengan waktu dilakukannya observasi pengambilan data dengan pengulangan sebanyak 10 kali. Adapun waktu antar kedatangan armada BRT yang digunakan adalah 15 menit, 10 menit dan 5 menit.



Gambar 3 Tampilan Pengaturan Simulasi

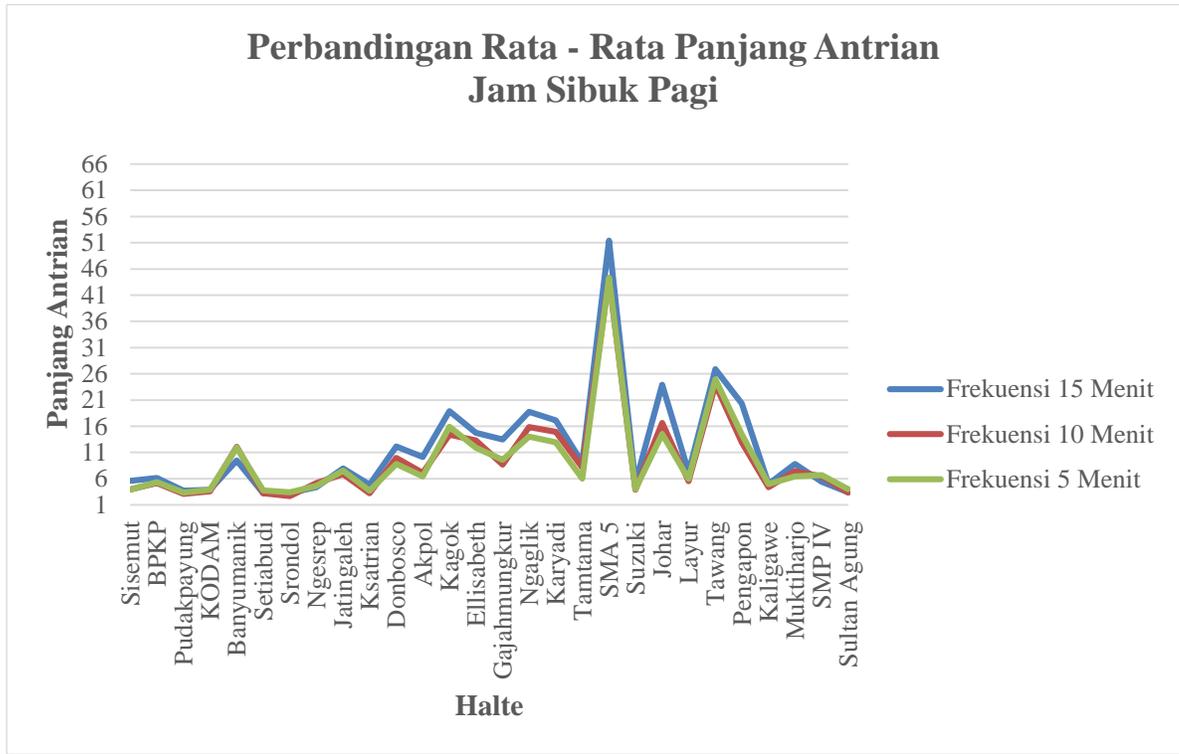
Adapun hasil simulasi yang telah dilakukan selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa pada frekuensi kedatangan armada BRT sebesar 15 menit apabila dibandingkan dengan frekuensi kedatangan 10 menit dan 5 menit mengalami penurunan jumlah penumpang yang mengantri pada halte di Koridor II.

Berdasarkan dari hasil simulasi tersebut, maka dapat diketahui bahwa model simulasi yang telah dirancang dapat digunakan untuk mengetahui nilai dari panjang antrian yang terjadi, apabila frekuensi antar kedatangan yang ada pada kondisi nyata dimanipulasi nilainya. Hal ini juga membuktikan bahwa model simulasi yang telah dirancang dapat digunakan untuk memberikan sebuah solusi dalam permasalahan penumpukkan antrian yang terjadi pada sistem transportasi BRT Koridor II di Kota Semarang.

KESIMPULAN

Proses – proses yang terjadi dalam sistem transportasi BRT Koridor II adalah meliputi proses kedatangan penumpang, penumpang mengantri, penumpang terangkut, penumpang turun, proses kedatangan armada BRT dan armada BRT bergerak dari halte ke



Gambar 4 Grafik Perbandingan Rata – Rata Panjang Antrian Hasil Simulasi

halte yang beroperasi. Dalam kondisi nyata, proses yang menjadi titik permasalahan adalah ketika banyaknya penumpang yang mengantri namun tidak diikuti dengan ketersediaan armada BRT pada halte tersebut. Adapun solusi yang dapat ditempuh adalah dengan cara melakukan evaluasi proses dari kedatangan armada BRT.

Model yang dirancang adalah berdasarkan identifikasi dari proses yang ada dalam kondisi nyata, dengan adanya model yang telah dirancang dapat diketahui berapa jumlah penumpang yang mengantri pada halte yang beroperasi di Koridor II sehingga dapat menjadi acuan solusi dari permasalahan yang ada.

Berdasarkan dari hasil verifikasi yang telah dilakukan diketahui bahwa keseluruhan proses yang terjadi di Koridor II dapat disimulasikan, dan sesuai dengan kenyataan. Penambahan lokasi digunakan untuk

mempermudah proses pemodelan namun tidak mempengaruhi dari kejadian yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agatha, Nurcahyanto, & Musawa. (2011). Strategi Pengelolaan Angkutan Umum Jalan Raya di Kota Semarang.
- Kusumaningtyas, S. (2013, Januari 2). BRT, Transportasi Massal yang Didamba. Dipetik Agustus 24, 2014, dari Liputan6.com: <http://citizen6.liputan6.com/read/478623/b-rt-transportasi-massal-yang-didamba>
- ProModel Corporation. (1997). ProModel User's Guide Version 3.0.
- Trans Semarang. (2012). Data Jumlah Penumpang Koridor II. Semarang: Kantor Badan Layanan Umum Kota Semarang.